PAC 70−2.5形
可変直流定電圧定電流電源
取　扱　説　明　書

菊水電子工業株式会社

― 保証 ―

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

― お願い ―

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　次

1. 概　　説

菊水電子 PAC70−2.5形はすぐれた変動率，低い温度係数，速い過渡応答を有し，回路はすべてICとシリコントランジスタ化された信頼性の高い可変直流定電圧定電流電源でアナログ，ディジタル両回路に使用できるユニバーサル型の電源です。
ICの採用により，温度ドリフト，放置ドリフトともすぐれた特性を示します。特に定電流においては従来のものに比べて一段と改善されています。
出力電圧は10回転の　　可変抵抗器を使用して，0〜70Vを微細でスムーズに可変することができます。出力の電流容量は最大2.5Aで0.1〜2.5Aの間を定電流電源として使用できます。
定電流特性は新回路方式（実用新案出願）を採用しているため従来のものと比べて大幅に改善されています。
定電圧，定電流動作は負荷の状態によって自動的に切り換わる定電圧，定電流自動移行形でパネル面には，これらの動作領域（定電圧，定電流）を表示するランプがあり動作領域を容易に知ることができます。

また，単独運転のみならず直，並列運転，ワンコントロール並列運転による電圧，電流の拡大を行なうことができます。さらに外部抵抗による出力電圧制御（リモートコントロール）も行なうことができます。

2. 仕　様

入力電源	100V AC ± 10%, 50/60Hz	
全負荷		約400VA
寸法	210W × 140H × 410D㎜ *	
最大部	215W × 165H × 453D㎜	
重量		約13.5Kg
周囲温度		0 〜 40℃
付属品	ショートバー	1
	普通形2.5Aヒューズ	2
	取扱説明書	1
端子	色別水平配置19㎜間隔−，GND，+および（後面端子にて）−サンプリング，−，GND・+・+サンプリング，出力の入断を行なう出力スイッチ内蔵	
極性		正または負
対接地電圧		最大±300V

定電圧特性

電圧	10回転連続可変	0 〜 70V
電流		2.5A
リップル・ノイズ（5Hz 〜 1MHz）		500μVrms

電圧安定度

電源変動　電源電圧100V±10%に対して0.005%+1mV

負荷変動　負荷電流の 0〜100%に対して0.005%+1mV

ただしサンプリング端子にて

過渡応答時間（10〜100%）	標準値	100μS
温度係数	標準値	100PPM/℃

定電流特性

電圧	10回転連続可変	0 〜 70V
電流		0.1 〜 2.5A

リップル・ノイズ　（5Hz ～ 1MHz）　1mArms

電流安定度

電源変動　電源電圧100V±10％に対して　1mA

負荷変動　出力電圧の0～100％に対して　3mA

運　転　直列接続

並列接続

ワンコントロール並列運転

出力電圧リモートコントロール

定電圧・定電流動作表示

発光ダイオードにて表示　定電圧……………C・V

定電流……………C・C

電圧計　DC 70V　確度 フルスケールの2.5％

電流計　DC 3A　確度 フルスケールの2.5％

＊ラックマウントフレームにて19″または500㎜標準ラックに2台ならべて取付可能

過電圧，または過電流保護装置（別売り）取付可能

3.　使　用　法

3.1　パネル面および後面パネルの説明（第3−1図，第3−2図を参照して下さい）

① 電源スイッチ　入力電源の入断を行なうスイッチで，上に倒すことによって電源が入ります。

② パイロットランプ　入力電源の入断を表示するランプで，電源が入ると点灯します。

③ 定電圧表示ランプ　本機が定電圧領域で動作していることを表示します。

④ 定電流表示ランプ　本機が定電流領域で動作していることを表示します。

⑤ 出力スイッチ　出力の入断を行なうスイッチで，出力と負荷をこのスイッチで切離します。

⑥ 電圧設定ツマミ　出力電圧の設定を行なうツマミで，時計方向で出力電圧は高くなります。

⑦ 電流設定ツマミ　出力電流の設定を行なうツマミで，時計方向で出力電流の設定は大きくなります。

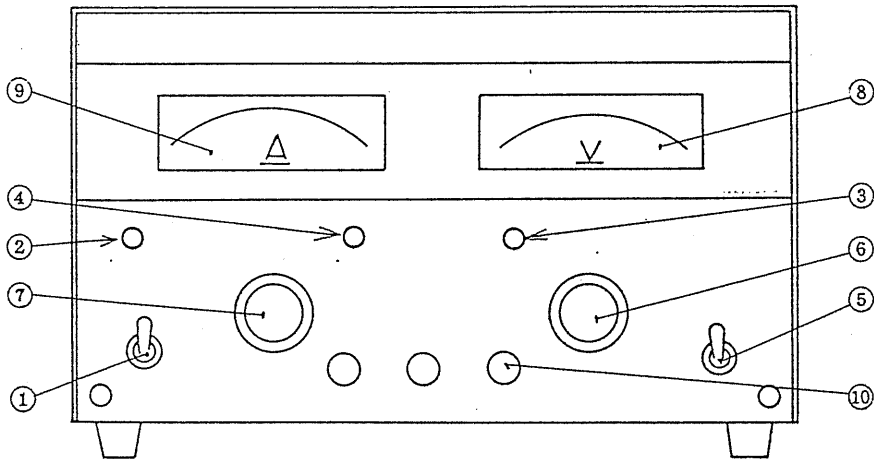
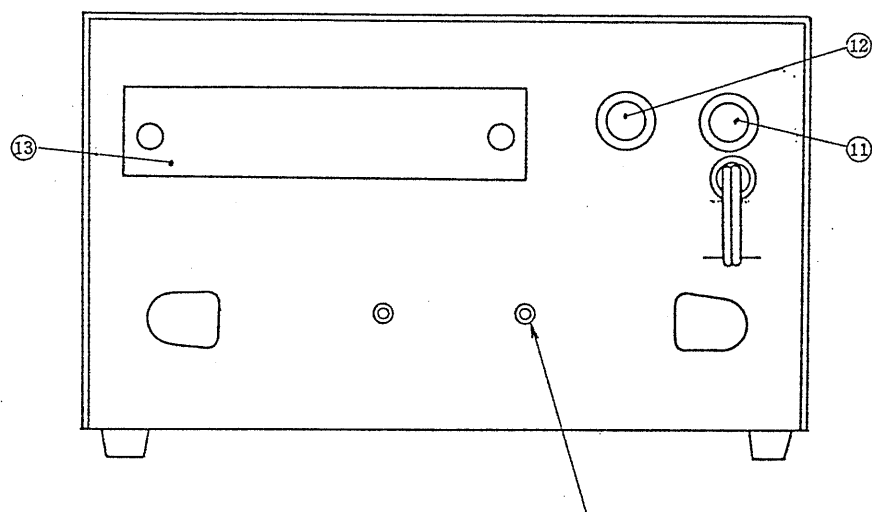
⑧ 電圧計　出力電圧を指示する電圧計です。
DC70V　確度は，フルスケールの2.5％

⑨ 電流計　出力電流を指示する電流計です。
DC3A　確度は，フルスケールの2.5％

⑩ 出力端子　本機の出力を取り出す端子で，左よりマイナス(白)，GND(黒)，プラス（赤）と19㎜間隔で配列してあります。

⑪ 入力ヒューズ　電源トランスの１次側に挿入されたヒューズで故障時，本機を二次的損傷から防ぎます。遅断形５Ａ

⑫ 出力ヒューズ　出力側に挿入されたヒューズで本機が故障した場合，接続された機器に過大の電流が流れ，破壊されるのを防ぎます。普通形 2.5 A

⑬ 後面端子板　出力端子，サンプリング端子，リモートコントロール用端子，ワンコントロール並列運転用端子があります。

第３－１図　前面パネル

第3−2図　後面パネル

3.2　使用上の注意

本機を使用するにあたって必ず次のことを守って下さい。

(1)　入力電源について

入力電源は電圧が100V　AC ± 10％で周波数が48 〜 62Hz の 範囲内で使用して下さい。

(2)　設置場所の注意

- 他の熱源から幅射を受ける場所
- 周囲温度が0〜40℃以外の場所
- 多湿度，ほこりの多い場所
- 下が平らでない場所で使用しないで下さい。
また，本機を横にしたり，上に物を置いて使用すると，十分な放熱効果が得られず故障の原因となりますので絶対にさけて下さい。

(4) オーバーシュートについて

本機は電源のON−OFFのいかなる場合にも，出力電圧が設定電圧よりも大きくなることはありません。

3.3　サンプリング端子の使用方法

本機と負荷が離れていて，出力端子と負荷を接続するリード線が長くなると，リード線の抵抗による電圧降下が生じ，負荷変動が増加します。この場合，後面端子のサンプリング端子を使用して，この増加を防ぐことができます。
接続図は第3−3図を参照して下さい。

(1) 後面端子の1−2，4−5の間のジャンパー線をはずします。

(2) 後面，もしくは前面の出力端子に負荷を接続し，負荷の接続点に最も近い所（または，安定化したい所）にサンプリングの線を接続します。
注意：サンプリング端子の極性は出力端子の極性と同じにします。

第3−3図

注） 1. 負荷変動の増加分は，次のようにして計算できます。
負荷電流 Io（A）リード線の抵抗 R（mΩ）とすると 電圧降下 Vd（mV）は

$$Vd\,(mV) = Io\,(A) \times R\,(m\Omega)$$

注） 2. サンプリングに用いる線は2芯シールド線を用いると誘導を受けにくく，リップルの悪化を防ぐことができます。
サンプリングリードの極性に注意。

注） 3. 負荷のリード線の抵抗によって定電流の設定値がずれますから注意して下さい。

注） 4. サンプリングの線が長くなると発振を起しやすくなりますので，サンプリング点に容量が数μF，耐圧 70V 以上の電解コンデンサを，極性を同じにして接続して下さい。

注） 5. 負荷接続線の電圧降下が 0.3 V以上になると，サンプリング動作が効かなくなります。

3.4　定電圧，定電流特性について

本機の出力動作特性は定電圧，定電流自動移行形と呼ばれ，負荷が零から無限大まで変っても，定電流動作領域から定電圧動作領域までの変化が連続的に行なわれます。

定電圧動作領域から定電流動作領域の交叉点はクロスオーバ点と呼ばれ，これらと負荷の関係を図示すると第3－4図のようになります。

第3－4図

斜線の部分が本機の動作領域で，この領域内のどの点でも動作は可能です。

3.5　過渡応答について

本機は過渡的な応答にも十分速く応答するように設計されていますので，ディジタル回路のように負荷が急変し，かつ過渡的な変動が問題になるような回路にも使用できます。しかしこれはあくまで出力端子での特性であり負荷までの線が長くなる場合は，線路のインダクタンスの影響が無視できなくなります。このような時は，線路間にコンデンサを入れインダクタンスを打ち消すようにして下さい。

3.6　単独運転

定電圧動作

(1)　電源コードを接続し，電源スイッチを上方に倒します。パイロットランプが点灯し，ただちに動作状態に入ります。

(2)　CURRENTツマミを時計方向一杯に廻しておきます。この状態でVOLTAGEのツマミを廻して希望する電圧にセットします。（時計方向で出力電圧は大きくなる。）

(3)　出力スイッチを下方に倒しておき，出力端子に負荷を接続します。

(4)　出力スイッチを上方に倒すと出力と負荷が接続されます。

注）もし負荷電流をある値に制限したい場合は，(2)の後に出力スイッチを上方に倒し，出力端子間を短絡しCURRENTツマミで希望の電流値にセットします。なお本機は定電流動作をほぼ零より改定出来る様にしてある為無負荷時においてもCURRENTツマミを反時計方向一杯にしておきますと定電流表示ランプが点灯し出力電圧が零になることがあります。

定電流動作

(1)　定電圧動作，1と同じ。

(2)　VOLTAGE ツマミを時計方向に廻し，回転が止まる　　　まで廻します。（最大出力電圧）

(3)　出力スイッチを上方に倒しておき，出力端子を短絡し，希望する電流値にCURRENTツマミを廻してセットします。（時計方向で出力電流は大きくなります。）

(4)　定電圧動作，3に同じ。

(5)　定電圧動作，4に同じ。

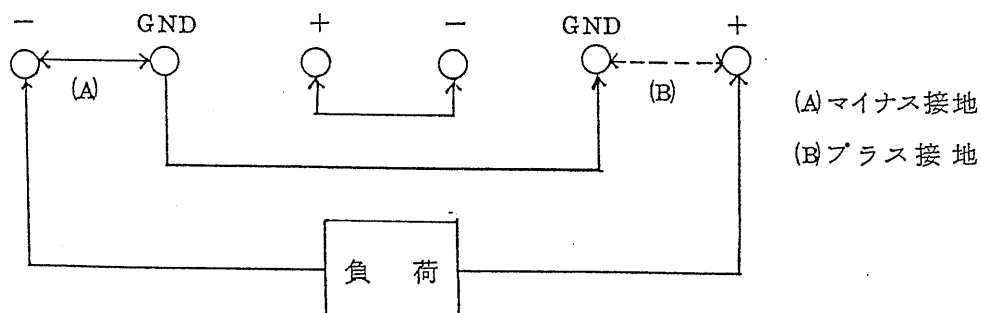
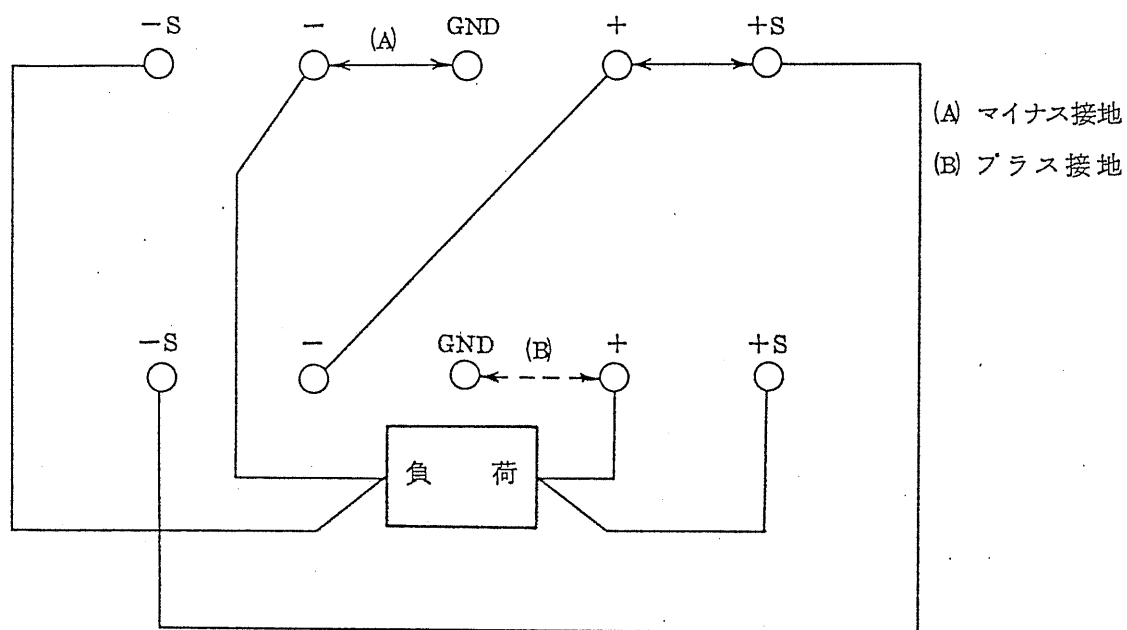
注） 1. 本機は，定電圧，定電流自動移行形ですから，負荷の値が大きくなってくると，ある電圧で定電流領域から定電圧領域に入ります。
従って，負荷にかかる電圧をある値に制限したい場合は，2において出力電圧をその希望する電圧値にあらかじめセットしておいて下さい。

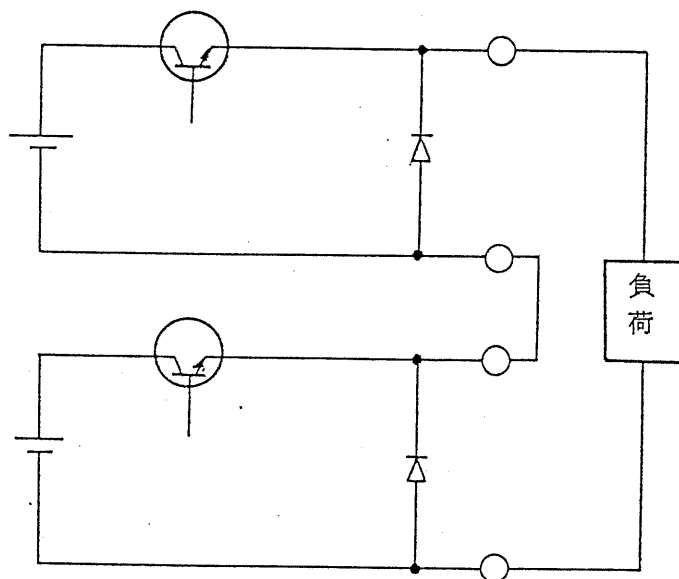
注） 2. 定電圧，定電流の動作領域は，パネル面のランプに表示されます。
定電流動作……………………………C·C
定電圧動作……………………………C·V

注） 3. サンプリング端子を用いる場合はサンプリング端子の使用方法 注） 3. を参照して下さい。

3. 7　直列運転

本機の定格出力電圧以上を利用したい場合，出力端子を直列に接続して電圧を高くすることができます。

注） 1. 2台の異なる端子が接地されないよう，注意して下さい。
注） 2. 出力の端子電圧が対接地電圧を越えないよう注意して下さい。
注） 3. 他機種との直列運転は避けて下さい。

第3－5図　直列運転接続図

第３−６図　直列運転 サンプリング端子 接続図

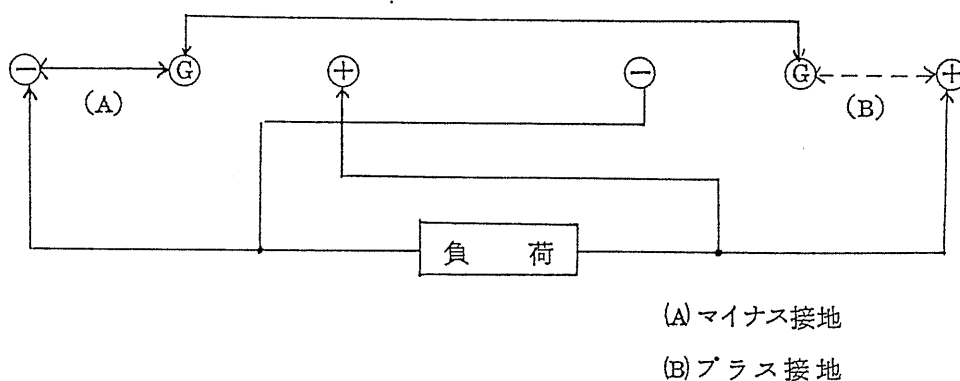
このような運転において過負荷となった場合，定電流領域に先に入った方の機器に他の機器の出力電圧が逆方向に加わり，前者の直列トランジスタが破壊されます。これを防止するため，出力端子間にダイオードが接続されています。
特許　308280号

第３−７図

3.8　並列運転

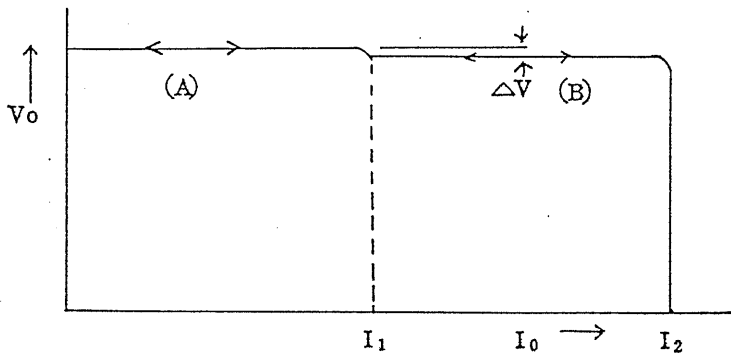
本機の出力端子を単に並列に接続するだけで定格以上の電流を取り出すことができます。

(1)　並列運転する機器の出力電圧を使用する電圧にできるだけ近づけてセットします。（各機器の設定差がそのまま負荷変動になるため。）

(2)　CURRENTツマミを時計方向一杯に廻しておきます。

(3)　各出力の極性を同じくして接続し，負荷を接続します。
この場合，各機器の接地の極性は，同じにして下さい。

第3－8図　並列運転接続図

並列運転における電圧，電流特性

並列運転における電圧電流特性は，第3－9図に示すように出力電圧の高い機器Aが過負荷になるまで動作し，定電流領域に入ると出力電圧が降下し，他の機器Bの設定値に達すると，今までB機の出力端子は逆方向電圧状態から正常になり，定電圧動作に移ります。このため負荷変動は，設定電圧の差△Vとなり，リップル等の特性も悪くなります。

第3−9図　　特　性　図

3.9　ワンコントロール並列運転

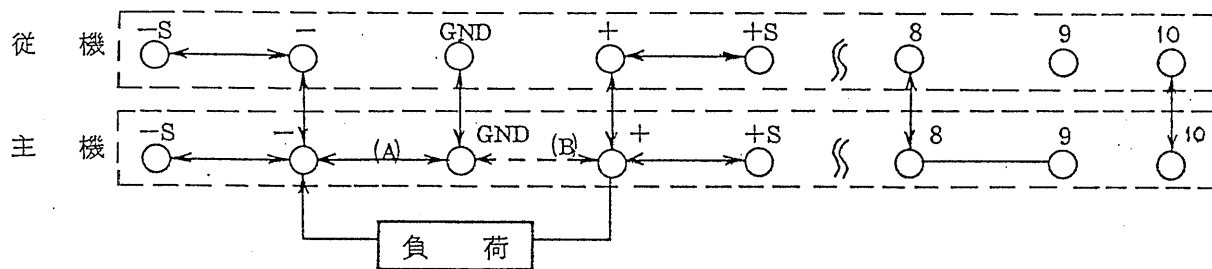
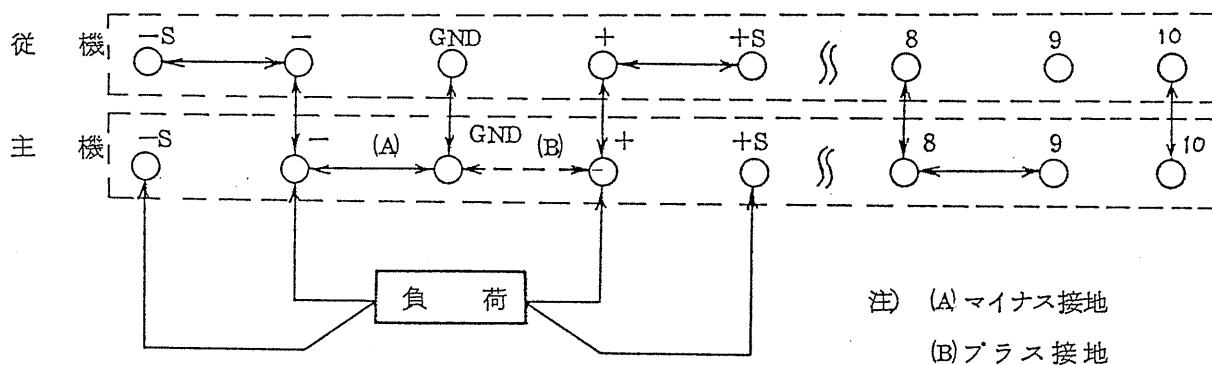
ワンコントロール並列運転は，並列運転の様な悪い特性がなく，かつ定格電流以上の電流を使用したい場合に使用します。

(1) 主機（出力電圧を可変する機器）と従機（主機により電圧をコントロールされる機器）の後面端子を第3−10図のように接続します。

(2) 出力を主機の後面出力端子から取り出します。ただし，電源および出力スイッチは主機，従機の順で投入し，従機，主機の順で切断して下さい。

注) 1. 前面の出力端子から取り出す場合は多少負荷変動が悪くなります。また主機，従機の電流のバランスも悪くなります。

注) 2. 負荷変動の増加を防ぎたい場合は，サンプリング端子を使用して下さい。接続図は第3−11図を参照して下さい。

注) 3. 従機のVOLTAGE CURRENTのツマミは時計方向一杯にしておきます。

第３−10図 ワンコントロール並列運転

第３−11図 ワンコントロールでサンプリング端子を使用する場合

3.10 リモートコントロール

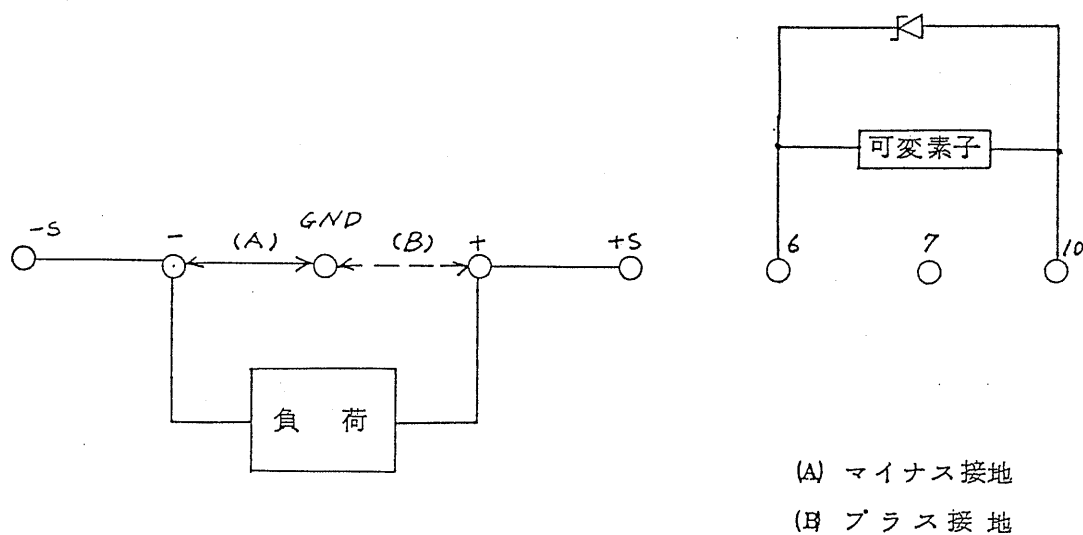
本機と離れて出力電圧可変を行ないたい時，また出力電圧可変の分解能を上げたい時，また前もって設定された出力電圧をスイッチ等の操作のみによって種々得たい時は，本機の後面端子のリモートコントロール用端子を使用します。

(1) 電源スイッチを OFF にしてから，後面端子⑥−⑦のジャンパー線をはずします。

(2) ⑥と⑩ 間に希望する用途に合わせた可変素子を接続します。

注) 可変素子については後述します。

(3)　電源スイッチをONにすると，出力電圧は接続された可変素子の特性に従って変化します。

注意：可変素子に接続する線が開放になると出力電圧の制御が不可能になり過大出力電圧が出ますので配線は必ず電源を切った状態で行なって下さい。

第 3 － 12 図 リモートコントロール用接続図

3.10 － 1　出力電圧を本機より離れた場所で可変したい場合

接続する抵抗器の抵抗値に対してほぼ 0.7 V／kΩ の割合で出力電圧は変化します。すなわち，出力電圧Voは

出力電圧　Vo〔V〕＝電圧変化率　0.7 V／kΩ × Rr〔kΩ〕

ここに電圧変化率は1kΩ当り変化する電圧を表わし，Rr はリモートコントロール用の抵抗〔kΩ〕を表わします。

適当な値の抵抗器がなく出力電圧Voが定格電圧を越える恐れのある場合や，ある電圧に制限したい時は，その電圧値に近い，漏洩電流の少ない定電圧ダイオードを抵抗器の両端に接続することによって出力電圧を制限することができます。

（第3−12図参照）

注意：使用する可変抵抗器は温度係数の小さな巻線形，もしくは金属皮膜形を使い，少なくとも0.5 W以上の電力損失を有するものを使用して下さい。さもないと，出力電圧の温度ドリフトが悪化する恐れがあります。

注意：外部に接続する線の長さは，約2 mまで本機は安定に動作します。それ以上長い場合は出力電圧が不安定になることがあります。

3.10−2　分解能を上げたい場合（電圧を細かく調整したい場合）

上述したように，出力電圧は接続する外部の抵抗値に比例した電圧となります。

したがって，必要とする電圧の分解能をVres とすると，使用すると抵抗器の分解能Rres は

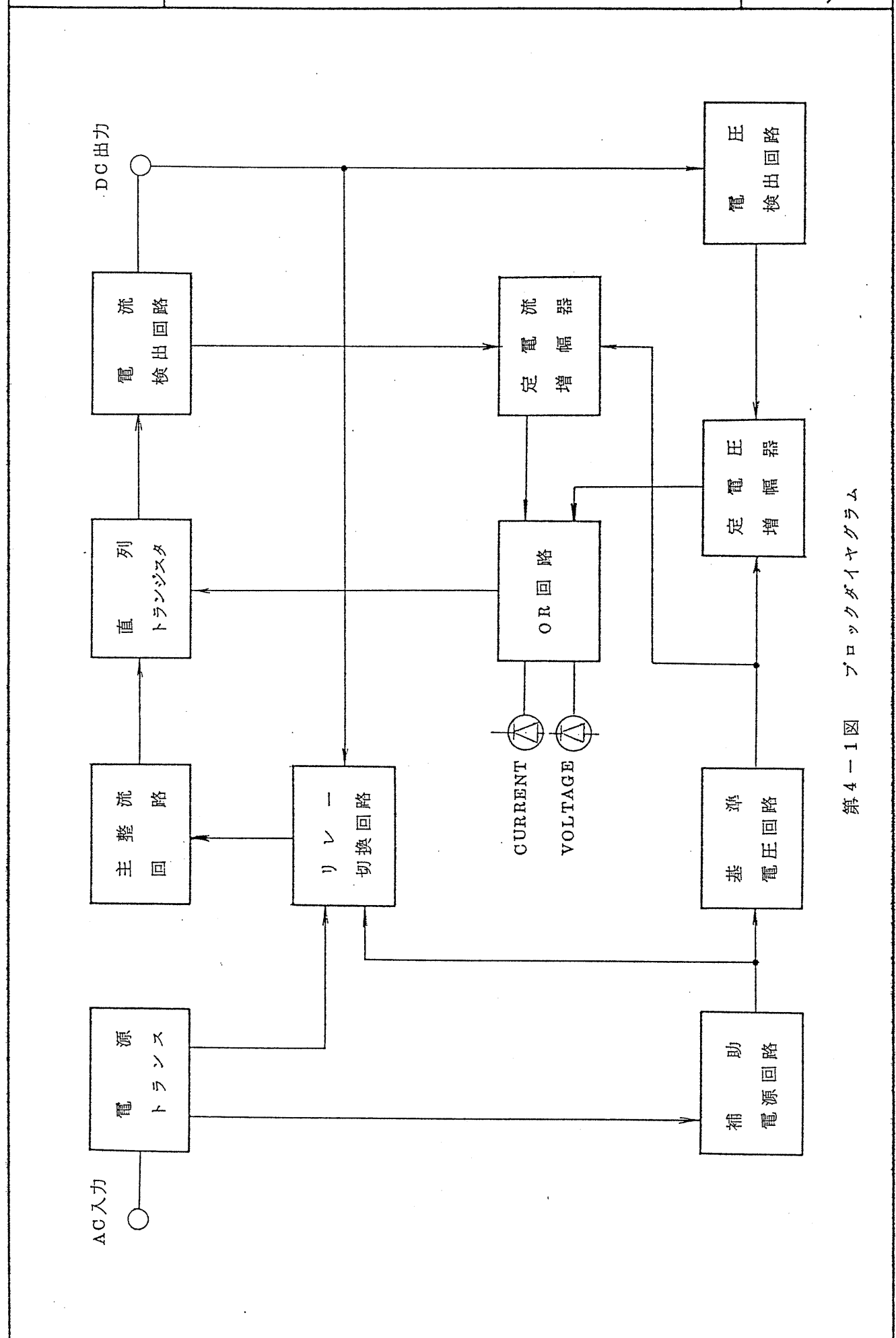
$$Rres = \frac{Vres}{\text{電圧変化率}\ 0.7\,V/k\Omega} \quad (k\Omega)$$

となります。

4. 動　作　原　理

本章では本機の動作原理および回路の詳細な説明をすることにより，本機を良く理解してもらい，正確な取扱い，定期的な保守点検を行なっていただくことを目的とします。

4.1 概　要

入力電源はまず電源トランスに入り，動作するのに適当な電圧に変換されます。一つはリレー切換回路を経て主整流回路で直流に変換され，直列トランジスタ群に供給されます。
他方は，補助電源回路を経て基準電圧回路，各増幅器，ランプに供給されます。
定電圧増幅器は，基準電圧と電圧検出回路から検出された出力電圧の検出電圧を比較増幅して，OR回路を通して出力電圧が一定になるように，直列トランジスタを制御します。
一方，定電流増幅器は基準電圧と電流検出回路より検出された電圧を比較増幅し，OR回路を通して出力電流が一定になるよう直列トランジスタを制御します。
リレー切換回路は出力電圧に応じて電源トランスの2次巻線を切換えて，直列トランジスタに供給する電圧を切換えます。

第4－1図 ブロックダイヤグラム

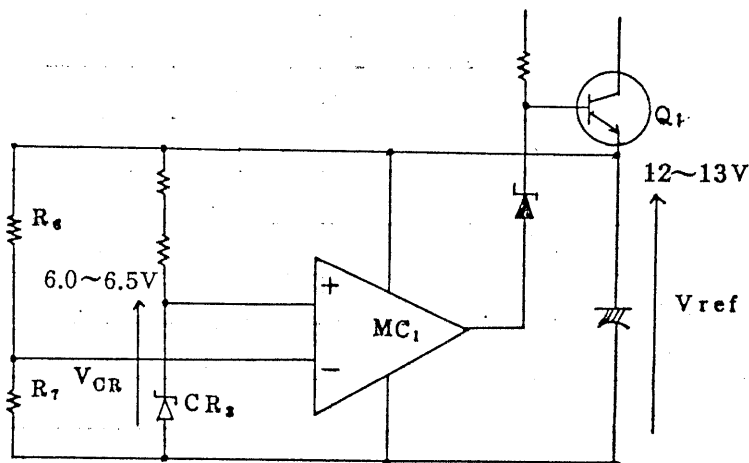
4.2　回路の詳細な説明

第４－２図に示されている電圧値は入力電源電圧１００V，無負荷の状態での電圧値であり，図中指定のないものはすべてプラスサンプリング端子からの電圧です。
確度 0.5％ 以上の電圧計で測定します。

(1)　基準電圧回路

基準電圧回路は，温度補償形定電圧ダイオードCR_3で発生した電圧V_{CR}と基準の出力電圧をR_6，R_7で分割してMC_1の差動入力端子に加えられます。
MC_1は入力端子間の電位差が零になるよう出力電圧を制御しますから，基準出力電圧Vref は，

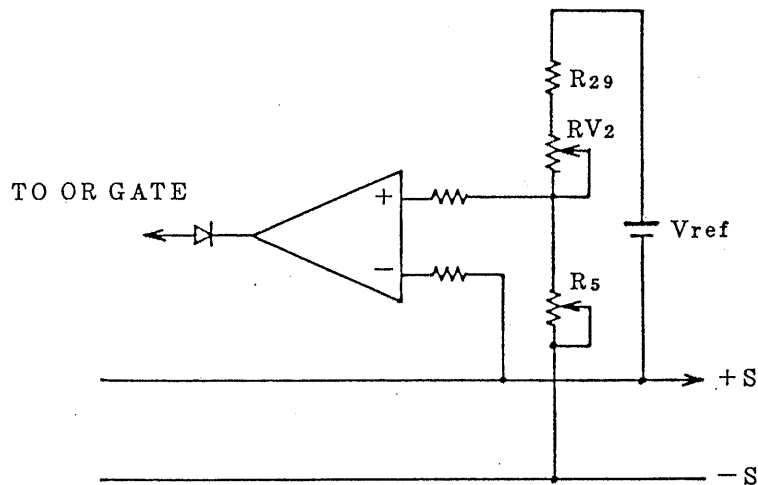
$$V_{CR} \times \frac{R_6 + R_7}{R_7} = Vref$$

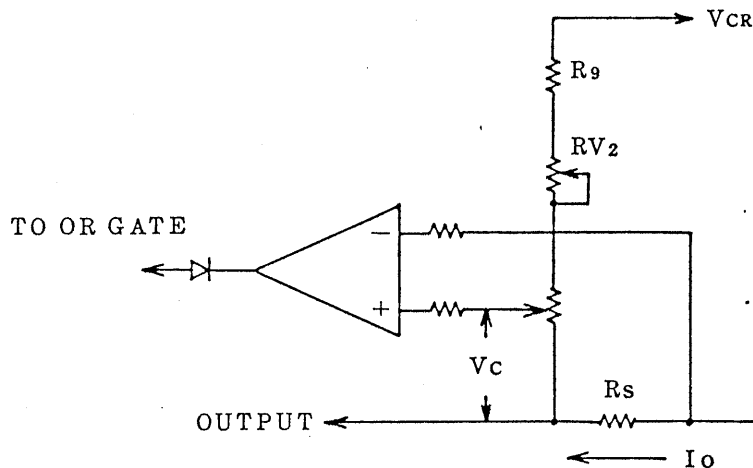
となります。

第４－２図

(2)　定電圧回路
定電圧回路は汎用 OP アンプ（741形）で主に構成されています。
OP アンプの反転入力が +S に接続され，非反転入力は基準電圧と出力電圧が分割抵抗 R_{29}，RV_2（PCB A−001B），R_5を通して加えられます。

このＯＰアンプ入力が平衡状態にある時，各入力の電位は等しいことから出力電圧Voは次の関係より決まります。

$$\frac{V_{ref}}{V_o}=\frac{R_{29}+RV_2}{R_5}\quad 故に\quad V_o=\frac{R_5}{R_{29}+RV_2}V_{ref}$$

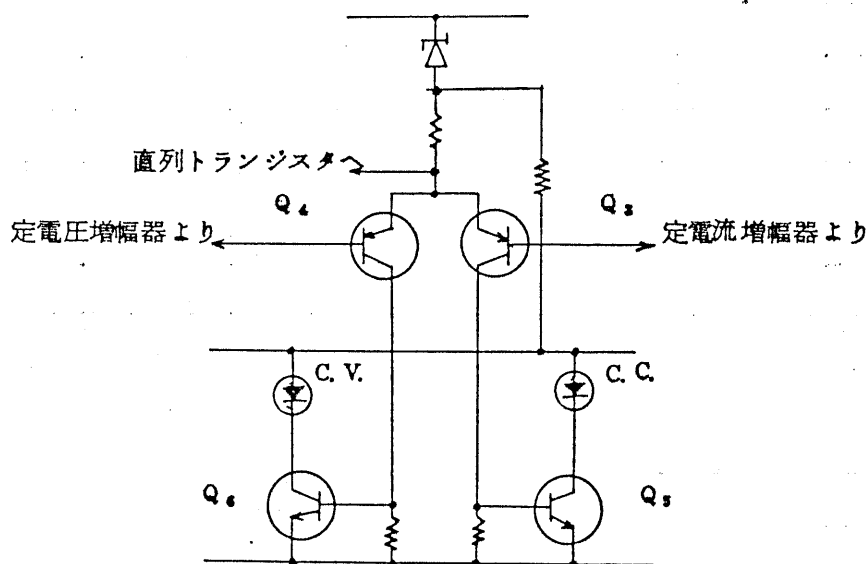
となります。

第４−３図

(3)　定電流回路

第４−４図

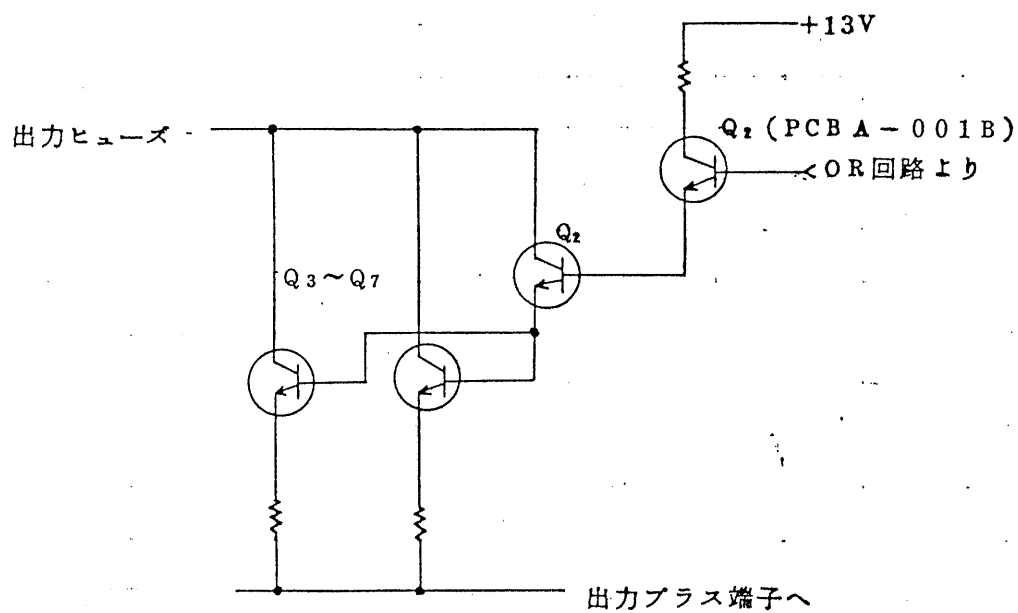
出力電流は電流検出用抵抗 R_S を通り，電圧降下を生じます。この電圧が定電流の基準電圧 V_C より大きくなると MC_2 の出力電圧が降下し，

OR GATE を通して，直列トランジスタを制御し定電流動作に移ります。この時，MC_3 の差動入力端子間の電位差はほぼ零になりますから，出力電流 Io は，

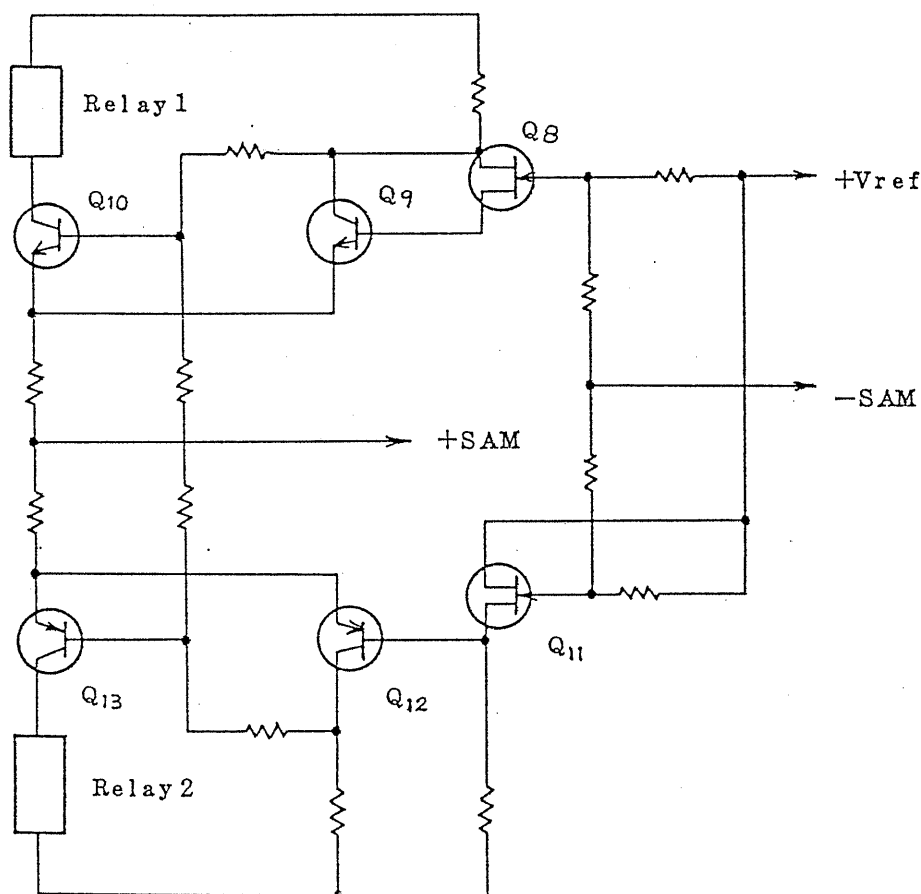
$$V_O = R_S \times I_O \quad より \quad I_O = \frac{V_O}{R_S} \quad となります。$$

(4)　OR回路および定電圧・定電流表示回路

第4−5図

OR回路は，Q_3，Q_4で構成されるエミッタ結合増幅器で，そのエミッタから誤差信号を直列トランジスタのベースに供給しています。
定電圧・定電流表示回路は，Q_6，Q_5のコレクタに発光ダイオードを挿入し，Q_4，Q_3のコレクタからの信号でQ_6，Q_5のベースを駆動し発光ダイオードを点灯します。

(5) 直列トランジスタ

第4−6図

Q_2（PCB A−001B），Q_2〜 Q_7 のトランジスタで構成され，ダーリントン並列接続で電流利得を得ています。

(6) リレー切換回路

第4－7図

リレー回路は三段切換えで，シュミットトリガ回路2ケで構成されており，Q_{10}，Q_{13}のコレクタ回路に直接リレーを挿入して動作させています。
シュミットトリガ回路のトリガレベルは，約0.5Vに設計されており，Q_8およびQ_{11}のゲート電位がトリガレベル電圧に達した時，リレーは切換わります。

5. 調　整　要　領

5.1　最大出力電圧の調整

(1)　VOLTAGEツマミを時計方向一杯に回しておきます。

(2)　OUTPUTスイッチをONにし，出力端子に0.5％以上の確度をもった電圧計を接続します。

(3)　PCBA－001B上の半固定抵抗器RV_2を廻して，出力電圧が72Vになる様に調整します。

5.2　最大出力電流の調整

(1)　VOLTAGEツマミを反時計方向一杯に廻しておきます。

(2)　CURRENTツマミを時計方向一杯に廻しておきます。

(3)　出力端子に0.5％以上の確度を持った電流計を接続し，VOLTAGEツマミを徐々に上げます。

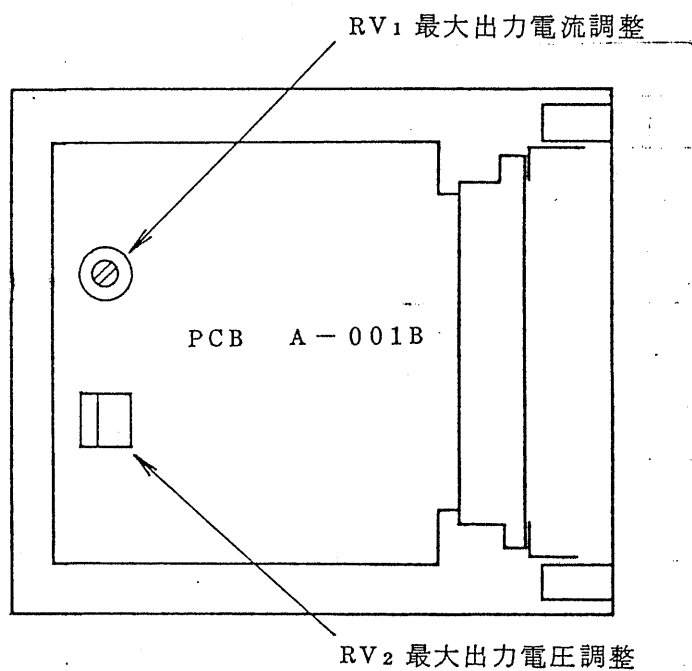
(4)　PCBA－001B上の半固定抵抗器RV_1を廻して出力電流が2.6 Aになるように調整します。

5.3　リレー切換電圧の調整

(1)　出力電圧を17Vに設定します。

(2)　PCBA－015 上の半固定抵抗器R_{12}を時計方向に廻し切り徐々にもどし，リレーが切換わる点にセットします。

(3)　出力電圧を45Vに設定します。

(4)　PCBA－015 上の半固定抵抗器R_{19}を時計方向に廻し切り徐々にもどし，リレーが切換わる点にセットします。

第5−1図　右　側　面　PCBA−001B

第5−2図　右　側　面　PCBA−015